

**CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA
DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS**

Diana Maragno Minatto

**Orientador: Prof. Dr. Armando
Borges Castilhos Jr**

2015/2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL

Diana Maragno Minatto

**CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA
DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS**

Trabalho apresentado à
Universidade Federal de Santa
Catarina para Conclusão do
Curso de Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental
Orientador: Prof. PhD.
Armando Borges de Castilhos
Junior

FLORIANÓPOLIS, SC
DEZEMBRO/2014

Minatto, Diana.

Caracterização de Áreas Degradadas pela disposição irregular de Resíduos Sólidos Urbanos

/Diana Minatto; orientador Prof. PhD Armando Borges de Castilhos Junior – Florianópolis, SC, 2015.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Lixões. 3. Remediação de Lixões. 3. Recuperação. I. Castilhos Junior, Prof. PhD Armando Borges de. II. Universidade federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

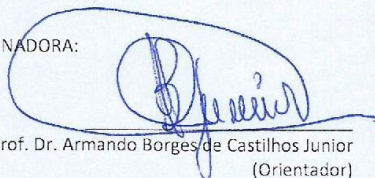
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS

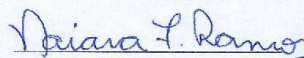
DIANA MARAGNÓ MINATTO

Trabalho submetido à Banca Examinadora
como parte dos requisitos para Conclusão
do Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental – TCC II

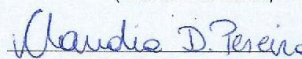
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior
(Orientador)



MSc. Naiara Francisca Ramos
(Membro da Banca)



MSc. Claudia Diavan Pereira
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS (SC)
DEZEMBRO/2015

Dedico aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pois sem Ele esta jornada não seria possível. Agradeço ao meu pai, João Marcos, que sempre me ensinou a fundamental importância dos estudos. A minha eterna incentivadora, minha mãe. Agradeço ao meu namorado Rafael, pelo apoio incondicional.

Ao meu orientador, prof. Armando Borges de Castilhos, por ter acreditado em meu potencial e ter me auxiliado no desenvolvimento do presente trabalho.

Agradeço também aos meus colegas de Universidade e amigos, que tornaram esses anos mais leves.

Agradeço aos funcionários da prefeitura de Turvo, engenheiro Aristides, senhor Valdir, à dona Maria Ieda, aos profissionais ligado ao plano de remediação do lixão de Ouro, especialmente ao biólogo Elton, que tão gentilmente me atendeu, sempre sanando minhas dúvidas.

RESUMO

O trabalho tem por finalidade analisar sob os aspectos físicos (solo, ar e recursos hídricos), áreas que se encontram degradadas devido à disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos. Esse tipo de disposição é também conhecido na literatura como lixão ou vazadouro, comumente encontrados nos municípios brasileiros, expondo a histórica gestão inadequada de resíduos sólidos no país. Nessa perspectiva, esse trabalho buscou discorrer sobre os principais impactos resultantes ao meio ambiente, igualmente aplicou-se uma metodologia para mensurar tais impactos de dois lixões desativados localizados em duas cidades do Estado de Santa Catarina: Ouro e Turvo.

Palavras-chave: Palavra-chave 1. área degradadas 2. disposição irregular 3. meio-ambiente

ABSTRACT

This article seeks to analyze the physical aspects (soil, air and water resources) of areas which are degraded due to the inadequate disposal of solid urban waste. This type of disposal is known as landfill, and it is normally found in Brazilian cities, revealing a history of inadequate management of solid waste in the country. From this perspective, this article will present the principal impacts on the environment, and will apply a methodology to measure the impact of two disused landfills located in two different cities in the state of Santa Catarina: Ouro e Turvo..

Keywords: Keyword 1. degraded area Keyword 2. landfill Keyword 3.environment

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Aterro Sanitário	30
Figura 2	Metodologia	40
Figura 3	Localização municípios	42
Figura 4	Estimativa de Impacto	48
Figura 5	Foto panorâmica	55
Figura 6	Lixo visível	56
Figura 7	Área revegetada lixão Turvo	57
Figura 8	lixão de Turvo	58
Figura 9	Usina desativada	59
Figura 10	Reciclagem	60
Figura 11	Usina de Reciclagem	64
Figura 12	lixão Coxilha Seca	65
Figura 13	Presença de lixo	66
Figura 14	Acesso lixão de Coxilha Seca	67
Figura 15	Entrada lixão de Turvo	68
Figura 16	Solo lixão Turvo	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Destino final dos resíduos sólidos, Brasil 1989-2008 (IBGE, 2010)	28
Tabela 2	Resumo Lixões	52
Tabela 3	Estimativa de impacto ambiental	85
Tabela 4	Classificação de Impacto Ambiental	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais	23
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.....	23
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	23
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente.....	24
LARESO	Laboratório de Resíduos Sólidos da UFSC.....	24
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente	33
SDS	Secretaria de Desenvolvimento Sustentável	40
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.....	40
AMESC	Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense	52
AMMOC	Associação dos Municípios do Meio Oeste Catarinense..	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	OBJETIVOS	24
1.1.1	Objetivo Geral	24
1.1.2	Objetivos Específicos	24
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	25
2.2	GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	26
2.3	DESTINAÇÃO FINAL	27
2.3.1	Aterro Sanitário	29
2.3.2	Lixão	31
2.3.3	Impactos em lixões	31
2.4	PLANO DE RECUPERAÇÃO	33
2.5	ÁREA DEGRADADA	34
2.6	REMEDIAÇÃO DE LIXÕES	34
2.6.1	Remoção de resíduos	35
2.6.2	Recuperação simples	36
2.6.3	Conversão em Aterro Sanitário	36
2.7	LEGISLAÇÃO PERTINENTE	37
3	METODOLOGIA	39
3.1	ÁREAS DE ESTUDO	41
3.2	LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS	43
3.2.1	Questionário	43
3.2.2	Visitas	44
3.3	DIAGNÓSTICO DOS LIXÕES	44
3.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS MUNICÍPIOS	45
3.5	ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL	46
3.5.1	Recursos hídricos	46
3.5.2	Solo	46
3.5.3	Ar	47
3.6	ESTIMATIVA DE IMPACTO AMBIENTAL	47
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1	ESTUDOS DE CASO	51
4.2	TURVO	52
4.2.1	Caracterização física de Turvo	52
4.2.2	Diagnóstico lixão de Turvo	54
4.3	OURO	61
4.3.1	Caracterização física de Ouro	61

4.3.2	Diagnóstico Coxilha Seca	62
4.4	ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	67
4.4.1	Recursos hídricos	69
4.4.2	Ar	70
4.4.3	Solo	70
4.5	ESTIMATIVA DE IMPACTO AMBIENTAL	71
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
5.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS ..	74
	APÊNDICE A – Questionário	77
	APÊNDICE B – Estimativa de Impacto Ambiental	85
	REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente sofre com as consequências da poluição desde que o homem começou a desenvolver suas atividades produtivas de forma organizada, aliado a processos industriais de extração, estocagem e manuseio de matérias-primas e de seus produtos. Destaca-se neste cenário, a revolução industrial ocorrida no século XVIII trazendo grandes transformações no modo de produção das mercadorias, aumento da produção de bens, consumo de recursos naturais e a fabricação de novos produtos químicos, além do crescimento populacional e da urbanização.

Tais mudanças também influenciaram na geração de resíduos sólidos urbanos, resultando no aumento de descartes inadequados.

Assim, a questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) representa um dos grandes desafios a serem enfrentados na busca da sustentabilidade, tendo em vista, o crescente consumo de bens não duráveis, crescimento exponencial da população e o aumento da expectativa de vida. Polaz e Teixeira (2007) também elencaram outros fatores que contribuem para a geração de resíduos sólidos urbanos, tais como melhoria do nível de vida, ampliação do poder aquisitivo, mudanças de hábito. De acordo com a *ABRELPE* (2014) a geração total de RSU no Brasil em 2014 foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 2,9% em relação ao ano de 2013, índice superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 0,9%.

Segundo Oliveira et al. (2007), em função da sua natureza heterogênea, os resíduos sólidos podem causar impactos sanitário, ambiental, econômico e estético durante todo seu ciclo de vida e principalmente, em sua etapa de destinação final agredindo a atmosfera, o solo, o lençol freático e os ecossistemas. Dessa forma, é mister o manejo e gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos urbanos.

De acordo com a *PNSB*, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2014) realizada pelo *IBGE*, no ano de 2008, 50,8% dos municípios utilizavam os lixões, 27,7% contavam com o aterro sanitário e 22,5% com aterro controlado. A disposição de resíduos sólidos em lixões é ainda amplamente utilizada em nosso país, caracterizando-se pela simples deposição dos resíduos sobre o solo, sem a adoção de quaisquer medidas de engenharia. A pesquisa supracitada também sugere que nos últimos 20 anos esse cenário vem se modificando, especialmente nas Regiões Sudeste e Sul do País.

Lanza (2009) no Manual de Reabilitação de Áreas Degradadas

por Resíduos Sólidos Urbanos desenvolvido pela *FEAM* elencou ainda outros problemas relacionados ao uso de lixões, tais como: poluição visual, instabilidade de taludes pela sobrecarga e absorção temporária da água da chuva, provocando deslizamentos e inúmeros problemas sociais e econômicos decorrentes da chegada de populações de baixa renda que buscam na catação de resíduos a sua sobrevivência. Para Sisinnio e Moreira (1996) os locais utilizados como lixão têm seu uso futuro comprometido e são responsáveis pela degradação ambiental das regiões sob sua influência.

Portanto, cientes da necessidade e do desafio da gestão de resíduos sólidos ambientalmente adequada em todas as etapas, e especialmente na disposição final e da importância de melhor compreender a problemática em questão, surgiu a proposta para desenvolver o presente trabalho. O trabalho será direcionado para uma avaliação de impacto ambiental em dois lixões desativados, isso é, que não recebem mais lixo.

Esse trabalho também faz parte de um arcabouço de outros na mesma temática desenvolvidos no *LARESO*.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- Caracterizar os impactos no meio físico (solo, ar e recursos hídricos) de áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos (lixões desativados) nos municípios de Turvo e Ouro, ambos localizados no estado de Santa Catarina.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar os antecedentes da deposição irregular dos resíduos nos locais de estudo;
- Avaliar a atual situação dos lixões;
- Realizar caracterização física dos municípios em estudo;
- Estimar, quantitativamente, os impactos gerados pelos lixões;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Compor o referencial teórico desse trabalho é primordial para consolidar sua finalidade e importância. Uma questão significativa a ser construída, antes de explorar os estudos de caso, é a problemática dos resíduos sólidos urbanos. Assim, o presente item teve como finalidade expor uma compilação de conceitos necessários a posteriores reflexões e análises.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A norma brasileira ABNT (2004) classificou resíduos sólidos urbanos da seguinte maneira:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, hospitalar, doméstica, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004)

Outro conceito importante é o exposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, implantada por meio da Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, no estado sólido ou semi-sólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (LEI, N 12.305 DE 2 DE AGOSTO DE 2010)

Com a diversificação da produção e do consumo, os resíduos da sociedade moderna, estão cada vez mais diferenciados. Para cada tipo, tem de haver uma adequada coleta e destinação (TORRES, 2008). Dessa forma, para realizar um correto gerenciamento dos resíduos sólidos, faz-se necessário dispor de dados sobre a sua composição, a quantidade e as suas fontes geradoras, isso é, classifica-los.

Na literatura encontra-se diversas classificações. Novamente apropriou-se do conteúdo da Política Nacional de Resíduos Sólidos, onde têm-se em seu artigo 13 a classificação em relação a origem e a periculosidade: resíduos domiciliares, resíduos de limpeza urbana, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos da construção civil, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de mineração e resíduos de serviços de transportes.

Os Resíduos Sólidos Urbanos, ou lixo urbano, são originados na atividade doméstica e comercial e sua composição pode variar de população para população, sobretudo em função das características socioeconômicas e socioculturais (BERENGUEL, 2008)

No trabalho de Berenguel, assim como em outros, foi utilizado o termo “lixo” ao invés de resíduo ou utilizam ambos. Calderoni (2003) citou que a definição dos termos lixo e resíduo varia dependendo dos fatores jurídicos, ambientais, econômicos, sociais e tecnológicos considerados. Sendo que o termo resíduo sólido é bastante recente, implementado nas últimas décadas com um cunho menos negativo do que lixo.

2.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Tendo em vista a diversificação dos resíduo, para realizar um correto gerenciamento faz-se necessário dispor de dados sobre a sua composição, a quantidade e as fontes geradoras dos mesmos, juntamente com as variáveis socioeconômicas, ou seja, caracterizar os resíduos (BUENROSTRO; BOCCO, 2003).

Esta caracterização permite a obtenção de informações referentes às propriedades físicas, químicas e biológicas dos resíduos presentes numa cidade ou região, possibilitando uma maior visualização das suas implicações anteriores e atuais, e gerando subsídios para um correto tratamento e disposição final (SCHALCH, 2002).

No gerenciamento dos resíduos deve-se primeiramente buscar a minimização da utilização de recursos. Isso inclui qualquer prática,

ambientalmente segura, de redução na fonte. A Lei nº 12.305, *PNRS*, de 2 de Agosto de 2010 explana em seu artigo 9 o seguinte conteúdo “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos deve ser integrado, englobando etapas articuladas entre si, desde ações objetivando a não geração de resíduos até a disposição final, compatíveis com os demais sistemas do saneamento ambiental, sendo essencial a participação da sociedade civil, governo e do setor privado. A gestão de resíduos sólidos urbanos englobam as etapas de geração, acondicionamento, coleta, transporte, transferência, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos (NETO; MONTEIRO, 2010), (JUNIOR, 2002). É mister atuar em todas as etapas do gerenciamento, iniciando com a coleta até destinação final. Também é necessário agir na fonte geradora do resíduo: a população, sensibilizando cada vez mais sobre a problemática dos resíduos sólidos e as formas que essa pode contribuir. (IPT, 2000).

Segundo Kreith e Tchobanoglous (1994) o gerenciamento de resíduos sólidos pode ser definido como a disciplina associada ao controle da geração, estocagem, coleta, transferência, transporte, processamento e disposição dos resíduos sólidos, de acordo com princípios de saúde pública, econômicos, de engenharia, de conservação, estéticos e de proteção ao meio ambiente.

De acordo com os objetivos do presente trabalho, a abordagem foi direcionada a etapa de destinação final.

2.3 DESTINAÇÃO FINAL

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos e o consequente equacionamento da problemática representa um dos grandes desafios para os países em desenvolvimento, tal como o Brasil (IPT, 2000). O manuseio e eliminação de resíduos sólidos é um dos fatores de maior impacto ambiental no país, colocando em risco a saúde pública (DIDONET, 1997).

A situação é mais grave nos municípios com população inferior a 20.000 habitantes, nestes, que representam 73,1 % dos municípios brasileiros, 68,5% dos resíduos gerados, são vazados em locais inadequados. Alguns fatores justificam tal fato: fluxo de caixa desequilibrado, tarifas desatualizadas, arrecadação insuficiente e inexistência de linhas de

crédito (JUCÁ, 2003), (ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005).

Também há uma disparidade entre regiões do país, segundo a IBGE (2010): a região Sul possui a maior cobertura de atendimento de seus domicílios com 87,0% enquanto que as regiões Norte e Nordeste têm apenas 54,4% e 44,6%, respectivamente, de domicílios atendidos por tal serviço.

Na Tabela 1 têm-se dados extraídos de IBGE (2010), que confirmam este preocupante cenário:

Tabela 1 – Destino final dos resíduos sólidos, Brasil 1989-2008 (IBGE, 2010)

Ano	Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino de resíduos		
	Vazadouro a céu aberto	Aterro controlado	Aterro Sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Percebe-se que a técnica mais utilizada para dispor os resíduos é o vazadouro, também denominado por lixão, embora seu uso venha caindo.

De acordo com Gomes (2005) o aterro controlado representa uma alternativa melhor do que os lixões, e se diferenciam destes por possuírem a cobertura diária dos resíduos com solo e o controle de entrada e saída de pessoas, mas não possuem sistemas de impermeabilização e de drenagem de líquidos. Dessa forma, o seu objetivo não é a prevenção da poluição, mas sim tentar minimizar os impactos causados pelo lixão.

O aterro sanitário, técnica consolidada e dentro dos padrões de engenharia, é a melhor alternativa dentre as três. Todavia, recebe críticas devido a não utilizar o potencial dos resíduos, segundo Cruz (2002) essa é uma solução precária, pois além de não se aproveitar nada do lixo, ocupa grandes áreas, que só poderão ser usadas para ajardinamentos, dado o risco de explosão.

Dentre as alternativas de tratamento que propiciam a valorização do resíduo, pode-se citar a compostagem e reciclagem.

A compostagem é uma ótima alternativa para destinar os resíduos, reduzindo os resíduos sólidos orgânicos de origem animal e vegetal a serem destinados no lixo municipal, disponibilizando nutrientes para a terra e as plantas e a evitando os líquidos percolados, animais veto-

res como as moscas, ratos e baratas que passam a viver, alimentam-se e proliferam-se nos restos orgânicos e são normalmente vetores de doenças. (JAHNEL, 1997), (SANTOS et al., 2006), (PHILIPPI, 1999), (JARDIM et al., 1995).

Enquanto que a reciclagem possui diversos benefícios: destinação adequada dos resíduos, redução no volume de resíduo a ser coletado e transportado pela coleta municipal . Além dos benefícios sociais, como a geração de renda e emprego (TORRES, 2008), (FRANÇA; RUARO, 2009).

A seguir foi realizada abordagem sobre as principais técnicas de disposição: o aterro sanitário e o lixo.

2.3.1 Aterro Sanitário

Refere-se a uma instalação previamente planejada para a posterior disposição de resíduos sólidos, visando não causar danos nem perigo ao meio ambiente e à saúde pública (MUÑOZ, 2002).

A norma ABNT (1992) descreveu aterro sanitário como:

uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se for necessário. ABNT (1992)

Aterro sanitário corresponde à forma de disposição onde deve haver um controle dos impactos, através da impermeabilização do solo, recobrimento dos resíduos, sistema de drenagem de águas pluviais, sistema de drenagem e de tratamento dos efluentes líquidos e gasosos produzidos durante o processo de degradação dos resíduos.

Na Figura 1 têm-se ilustração dos mecanismos de proteção do aterro sanitário.

O biogás é o principal produto resultante da digestão anaeróbia da matéria orgânica aterrada e suas características variam conforme a composição dos resíduos e o estágio de decomposição destes. O metano é o seu principal gás e apesar de ser inodoro, insípido e não tóxico, possui elevado poder calorífico e é um dos responsáveis pelo efeito estufa, tendo um potencial 21vezes maior de aprisionamento de calor na

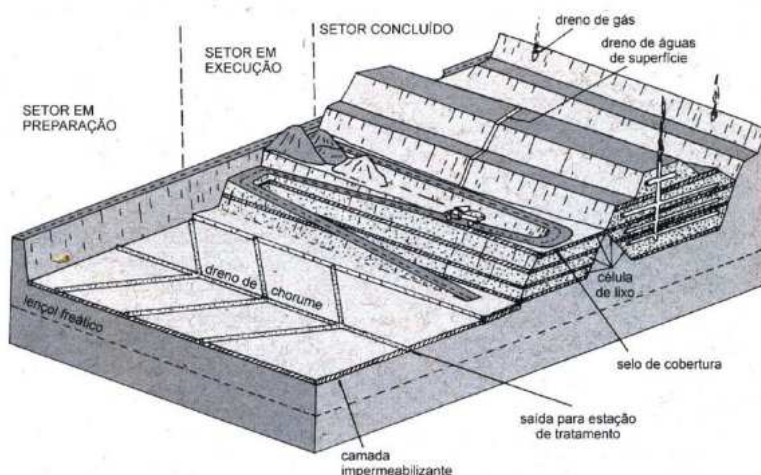


Figura 1 – Aterro Sanitário

Fonte: Aracaju (2015)

atmosfera do que o dióxido de carbono (CO_2) (FIRMO et al., 2010).

O lixiviado pode ser definido como o líquido proveniente da umidade natural e água de constituição presentes na matéria orgânica dos resíduos, dos produtos da degradação biológica dos materiais orgânicos presentes e da água de infiltração na camada de cobertura e interior das células de aterramento, somado a materiais dissolvidos ou suspensos extraídos da massa de resíduos. Este efluente é caracterizado pela intensa cor e elevada concentração de matéria orgânica refratária, amônia e compostos tóxicos (JR et al., 2006), (MORAVIA; LANGE; AMARAL, 2011).

De acordo com Castilhos et al. (2003) o sistema de impermeabilização de base tem a função de proteger a fundação do aterro, evitando a contaminação do subsolo e aquíferos subjacentes, pela migração do lixiviado e/ou biogás. Esse sistema deve ser executado a fim de garantir estanqueidade, durabilidade, resistência mecânica, resistência às intempéries e compatibilidade com os resíduos a serem aterrados. Normalmente, tem-se utilizado como materiais impermeabilizantes tanto revestimentos minerais (camada de argila adequadamente compactada) quanto revestimentos sintéticos (geomembranas plásticas e betuminosas).

2.3.2 Lixão

De acordo com IPT (2000), o lixão é a forma mais inadequada de disposição final de resíduos sólidos e se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública.

Os lixões são oriundos da inexistência de recursos técnicos e financeiros dentro das prefeituras, aliados a falta de planejamento. Outro fator que contribui é a descontinuidade gerencial entre uma administração e outra, que via de regra, não prioriza os serviços de limpeza pública, mas sim, apenas os serviços de coleta e afastamento dos resíduos das vias públicas, ficando a destinação final dos resíduos com baixo índice de investimento (SUZUKI et al., 2004), (ZHAO et al., 2004).

Cabe salientar que os lixões não possuem nenhum dos mecanismos de proteção ambiental que o aterro sanitário possui. A seguir têm-se alguns dos impactos ambientais gerados pelos lixões.

2.3.3 Impactos em lixões

Primeiramente, é importante contextualizar impacto ambiental. De acordo com Santos (2004), impacto ambiental consiste em qualquer alteração da qualidade ambiental, que resulta da modificação de processos naturais ou sociais, provocada por ação humana, uma alteração significativa no componente ambiental biótico e abiótico.

São muitos os impactos que os lixões geram, tanto no âmbito ambiental, econômico e social. A seguir têm-se alguns dos impactos que ocorrem com o uso de lixões.

No âmbito ambiental, os lixões poluem o solo, ar e recursos hídricos, além de representar um risco a fauna e flora local.

A poluição pode ocorrer de maneira física, química e biológica, sendo as principais alterações físicas relacionadas ao aumento da turbidez e variações de gradientes de temperatura (MORALES, 2002). Sob o aspecto de poluição das águas, o lixiviado, líquido originado da decomposição da matéria orgânica contida no lixo, é um dos principais elementos impactantes. São várias as origens da água que contribuem para a formação e aumento da vazão do lixiviado, destacando-se a água das chuvas e das nascentes, a umidade contida nos resíduos ou líquidos depositados na área de despejo, a umidade local e a umidade originada na decomposição do lixo orgânico. A poluição biológica caracteriza-se pelo aumento de coliformes totais e fecais. Já a poluição química reduz

drasticamente o nível de oxigênio e aumenta a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Outras propriedades químicas da água como a dureza, a condutividade e o pH podem ser alteradas e tornar o sistema aquático impróprio para o uso humano. (SISINNO; MOREIRA, 1996), (MATOS et al., 2011).

A poluição do solo ocorre pela alteração de suas propriedades físicas e químicas devido ao alto teor energético de algumas substâncias presentes nos RS, além de apresentarem-se suscetíveis à ação dos processos erosivos. Se o solo sob o lixão for permeável, poderá ocorrer a contaminação também do lençol freático, especialmente devido ao lixiviado. A geração de lixiviado pode alongar-se além de quinze anos após o final da deposição de lixo, dependendo de vários fatores. (RODRIGUES; CAVINATTO, 1997), (MAGALHÃES, 2005), (LIMA, 1995).

Outro problema relacionado à exposição de RS a céu aberto diz respeito à poluição das áreas circunvizinhas pelos resíduos leves como plásticos e papéis que são conduzidos pelo vento por uma longa distância, modificando a paisagem e produzindo um aspecto desagradável as áreas localizadas próximas ao lixão (LOPES et al., 2000).

A poluição atmosférica ocorre em decorrência da queima irregular dos resíduos e pela alta produção do biogás no processo de decomposição anaeróbica. Podendo inclusive atuar sobre a camada de ozônio. Outros problemas associados é o aparecimento de odores e riscos de explosão no aterro, prejuízos à saúde humana e à vegetação (LIMA, 1995), (FRANÇA; RUARO, 2009).

De acordo com IPT (2000) o uso de lixões também está ligada a problemas de saúde pública tais como proliferação de vetores de doença, o que inclui moscas, mosquitos, baratas e ratos; geração de maus odores e, principalmente, poluição do solo e das águas subterrânea e superficial em decorrência da percolação do lixiviado, acrescentando-se ainda a esta situação o total descontrole dos tipos de resíduos recebidos, inclusive os oriundos dos serviços de saúde e de indústrias, sendo nestes locais comum a criação de animais e a presença de pessoas, muitas ali residentes.

Lanza (2009) ainda destacou a poluição visual, a instabilidade de taludes pela sobrecarga e absorção temporária da água da chuva, provocando deslizamentos e inúmeros problemas sociais e econômicos decorrentes da chegada de populações de baixa renda que buscam na catação de resíduos, a sua sobrevivência.

Os lixões também estão associados a problemas de cunho social, tal como a presença de pessoas (catadores), muitas vezes vivendo nesses locais. Essa atividade possui alto risco à saúde, pois os catadores

permanecem em condições extremamente insalubres. A categoria dos catadores traz diversos benefícios à consolidação da cadeia da reciclagem no Brasil, entretanto, agrega um grande número de indivíduos, cuja maioria não possui capacitação profissional que permita a busca por outras formas de trabalho (CRUZ, 2002), (LANZA, 2009), (AZAMBUJA; PHILIPPI; PASCALE, 2005). É fundamental a inclusão dos catadores e a mudança cultural brasileira. A inserção dos catadores na cadeia da reciclagem pode ocorrer tanto na coleta seletiva, quanto na fase de transformação dos materiais (DIAS; LIMONS; CARVALHO, 2013).

Do ponto de vista econômico, o uso de recursos naturais provenientes da área para disposição de resíduos gera custos externos negativos, quase sempre ignorados, referentes à depreciação do local e seus arredores. O próprio caráter dessas externalidades promove, como consequência, dificuldades técnicas e institucionais de definição de direitos de propriedade, fazendo com que os custos envolvidos não abranjam o seu real valor econômico e social (MOTTA; SAYAGO, 1998).

2.4 PLANO DE RECUPERAÇÃO

Os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas também são importantes instrumentos da gestão ambiental para atividades antrópicas, tais como a disposição de lixo sem os mecanismos de proteção (SALVADOR; MIRANDA, 2007).

O *CONAMA* em sua CONAMA 420 (2000) 420, explanou sobre as etapas para o desenvolvimento de um plano de recuperação de áreas degradadas:

1. Identificação: serão identificadas áreas suspeitas de contaminação com base na avaliação preliminar, e, para aqueles em que houver indícios de contaminação, deve ser realizada uma investigação confirmatória.
2. Diagnóstico: inclui a investigação detalhada e investigação de risco, com objetivo de subsidiar a etapa de intervenção, após a investigação confirmatória que tenha identificado substâncias químicas em concentrações acima do valor de investigação.
3. Intervenção: execução de ações de controle para a eliminação do perigo ou dedução a níveis toleráveis, dos riscos identificados na etapa de diagnóstico, considerando o uso atual e futuro da área.
4. Monitoramento: acompanhamento e verificação da eficácia das

ações executadas.

2.5 ÁREA DEGRADADA

Consideram-se degradadas áreas aquelas que passaram pelos seguintes processos: mineração, processos erosivos, ausência ou diminuição da cobertura vegetal, deposição de lixo, superfície espelhada, dentre outros (AMBIENTE, 2004).

É considerada área degradada aquela que, após distúrbio, teve eliminados seus meios de regeneração natural, apresentando baixa resiliência, sendo necessária à ação antrópica para sua recuperação (CARPANEZZI et al., 1994).

Área degradada é um conceito multidisciplinar que encontra-se na literatura tanto relacionado as questões ambientais, quanto socioeconômicas. No presente trabalho, os termos lixão e área degradada por resíduos sólidos são intercambiáveis, embora o termo lixão seja menos técnico. Optou-se por utilizar ambos.

2.6 REMEDIAÇÃO DE LIXÕES

As áreas de disposição do lixo, quando desativadas, encontram-se degradadas e carecem da elaboração de um plano de recuperação em função da grande possibilidade de ocorrência de problemas ambientais além do monitoramento ao longo dos anos para se avaliar a sua evolução (LANZA, 2009), (BELI et al., 2005), (JUNIOR, 2002).

Existem muitas dificuldades técnicas para a reabilitação ambiental, uma vez que envolvem fatores dependentes de características biológicas, climáticas e ambientais, intrínsecas ao local de estudo. Além do fato de existirem nos RSU, poluentes como gases e metais tóxicos, propiciando um ambiente ainda mais adverso. Outro ponto importante que deve ser analisado é o estudo das alternativas de novos locais para disposição de lixo, de modo que não seja interrompida a coleta de lixo (MAGALHAES, 2005), (IPT, 2000).

De acordo com Jardim et al. (1995) na definição e projeto de recuperação, deve-se escolher as diversas concepções levando-se em conta a expectativa de tempo requerida para o encerramento da geração de biogás e lixiviados, término das movimentações horizontais e verticais da massa de resíduos e início da utilização pós-estabilização projetada para o local.

A remediação consiste no processo que objetiva reduzir, o máximo possível, os impactos negativos causados pela disposição inadequada do lixo urbano no solo, considerando-se a decisão de terminar a operação no local. Assim, tais projetos devem incorporar a descrição da área de estudo (geologia, solo, águas subterrâneas, águas superficiais, climatologia e características dos resíduos depositados), limitações tecnológicas, seleção de tecnologia adotada, considerações do design adotado, implementação e operação, manutenção e monitoramento, e levantamento de custos unitários (WAGNER et al., 1986), (IPT, 2000).

Nas áreas de disposição de resíduos sólidos, também é importante realizar o monitoramento do local, a fim de evitar uma possível migração de contaminantes para fora do site, e implantar medidas de proteção e remediação da área. A área pode ser utilizada para alguns usos, mas depois que os processos físico-químico-biológicos se estabilizarem, o que ocorre depois de aproximadamente 10 a 15 anos após o encerramento da disposição (POSSAMAI et al., 2007). Os sistemas de drenagem superficial de águas pluviais e de tratamento dos gases e líquidos percolados devam ser mantidos por um período de cerca de 30 anos (ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005).

Diversas são as técnicas existentes para recuperar áreas degradadas, Lanza (2009) elencou as seguintes:

1. remoção dos resíduos;
2. recuperação simples;
3. adequação provisória como aterro controlado;
4. recuperação como aterro sanitário.

Embora este trabalho não pretenda definir o conjunto de técnicas adequadas para recuperar os lixões, ele irá propiciar informações relativas, e que precisam ser incorporadas, para tal definição, contribuindo assim para a problemática, sendo abordadas as recuperações por meio de remoção de resíduo, recuperação simples e transformação em aterro sanitário, muito embora encontrou-se outras alternativas na literatura.

2.6.1 Remoção de resíduos

Essa técnica consiste na remoção dos resíduos e transporte para outro local regularizado pelo órgão ambiental competente. O uso desta alternativa deve ainda assegurar que a troca de locais de disposição

seja vantajosa do ponto de vista ambiental sob critérios tais como: desenvolvimento de projeto para área previamente planejada; remoção de área em expansão para área sem conflitos de ocupação; remoção de área vulnerável para área com menores restrições ambientais; e remoção para local com menor valor imobiliário (LANZA, 2009).

Entretanto, ações deste porte envolvem custos elevados, inviabilizado economicamente este processo e forçando a adoção de soluções mais simples e econômicas de modo a minimizar o problema (MONTEIRO; ZVEIBIL et al., 2001).

2.6.2 Recuperação simples

A técnica de recuperação simples, também conhecida como encapsulamento de resíduos, deve ser considerada como alternativa apenas quando for inviável a remoção de resíduos e a recuperação como aterro sanitário e de acordo com o tamanho da área degradada. Dentre as vantagens aventadas para esse tipo de intervenção, ressalta-se a simplicidade dos equipamentos exigidos (trator de esteiras de qualquer porte é desejável), dispensando a aquisição de novos equipamentos e das operações envolvidas para a selagem do lixão e para a execução de drenagem pluvial, por exemplo (LANZA, 2009).

2.6.3 Conversão em Aterro Sanitário

Outra alternativa é a transformação do lixão em aterro sanitário, para isso é preciso que o lixão atenda as exigências de um projeto de aterro sanitário, algumas medidas deverão ser tomadas, como o monitoramento geotécnico, da qualidade das águas subterrâneas e superficiais e da liberação de gases. A área também deve estar de acordo com o que preconiza os requisitos estabelecidos pela norma brasileira NBR 13.896/1997 ABNT e há possibilidade de utilização por um período adicional mínimo de 15 anos (CASTILHOS et al., 2003), (ABNT, 1997).

Essa alternativa é adotada especialmente devido a dificuldades em se encontrar novas áreas para disposição de resíduos na região. Sua prática depende da existência de espaço suficiente para disposição de lixo na área por um prazo futuro significativo (ALBERTE; CARNEIRO; KAN, 2005).

2.7 LEGISLAÇÃO PERTINENTE

A problemática dos resíduos sólidos sempre esteve presente e gradativamente vem adquirindo uma grande importância na instância legislativa, que produz movimentos ambientalistas pertinentes à política pública de resíduos, definindo os princípios e hierarquia da sua gestão (NUNESMAIA, 1997).

A Constituição Federal promulgada em 1988 aborda importantes questões referentes ao meio ambiente, como o controle da poluição e a disposição final de resíduos sólidos de maneira abrangente. Porém, a abordagem desses assuntos foi realizada de maneira desconexa (CABRAL, 2007).

Para Castilhos et al. (2003), além da Constituição Federal, o Brasil dispõe de uma ampla legislação nas áreas de resíduos sólidos por meio de leis, decretos e portarias, as quais, no entanto, não são suficientes para solucionar os problemas de gestão de resíduos sólidos urbanos. Leite (2009) endossa tais críticas, para a autora em muitos casos não há diretrizes claras e sincronismo entre os órgãos envolvidos na elaboração e aplicação das leis, o que gera omissões e lacunas, dificultando o cumprimento e a obediência dos entes públicos e de particulares.

A legislação ambiental brasileira é recente, porém aprimorada no que diz respeito ao gerenciamento de áreas degradadas e lixo. A seguir segue um resumo das legislações federais relevantes para o desenvolvimento do presente trabalho, desenvolvido com o auxílio do website da *ABETRE*.

- Resolução Conama nº 02 de 22/08/1991: Dispõe sobre adoção de ações corretivas, de tratamento e de disposição final de cargas deterioradas, contaminadas ou fora das especificações ou abandonadas.
- Resolução Conama nº 06 de 19/09/1991: Dispõe sobre a incineração de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.
- Lei nº 6.938 de 31/8/1981: Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- Resolução Conama nº 05 de 05/08/1993: Estabelece definições, classificações e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

- Lei nº 9.605 de 12/02/1998: Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- Lei nº 11.445 de 05/01/2007: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.
- Lei nº 10.165 de 27/12/2000: Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- Lei nº 12.035 de 02/08/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Destaque merece ser dado a *PNRS*, essa representou um importante avanço para o manejo adequado dos resíduos sólidos, traz importantes instrumentos e conceitos, além de, hierarquizar as prioridades na gestão dos resíduos sólidos: não geração, redução da quantidade e do volume gerados, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Com mais de 20 anos de debate no Congresso Nacional a *PNRS* representa um amplo consenso entre os atores sociais envolvidos na produção de resíduos sólidos no Brasil (CABRAL, 2007), (CASTILHOS et al., 2003). Para Cruz (2002) a política nacional de resíduos sólidos exige a realização de um bom desempenho operacional no manejo dos resíduos. A lei possui em seu corpo importantes especificações em relação ao manejo de lixões: “(...) eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.”

Em relação a destinação final ambientalmente adequada, a lei concedia o prazo de agosto de 2014 para que as cidades acabassem com os lixões, assim, partir do ano de 2014 todos os municípios brasileiros deveriam dispor seus RSU somente em aterros sanitários. A meta não foi alcançada e em Julho do presente ano o senado aprovou uma ementa que prorrogava prazo de acordo com o porte do município: capitais e regiões metropolitana terão até 31 de julho de 2018, municípios com até 100 mil habitantes ou localizados na fronteira terão um ano a mais e aqueles que têm entre 50 e 100 mil habitantes terão prazo até 31 de julho de 2020. Já o prazo para os municípios com menos de 50 mil habitantes será até 31 de julho de 2021. Essa lei também exige que os lixões devam ser remediados (JACOBI; BESEN, 2011).

3 METODOLOGIA

O capítulo aborda a apresentação dos caminhos desenvolvidos para a elaboração do presente trabalho.

Uma estratégia adotada foi a de estudo de caso. Segundo Stake (1995), nesta técnica o pesquisador explora uma atividade, processo ou uma ou mais pessoas, utilizando de procedimentos para a coleta dos dados tais como entrevistas, formulários, questionários, etc. Também foram utilizadas pesquisas documentais e bibliográficas, sendo descrito os procedimentos metodológicos a seguir, de acordo com ordem cronológica.

O primeiro passo realizado na construção do trabalho foi o resgate bibliográfico; leitura, análise e fichamentos sobre temas transversais aos resíduos sólidos. Tais atividades auxiliaram no entendimento e compreensão da problemática, bem como o estudo da legislação pertinente, especialmente da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O resgate bibliográfico também auxiliou na seleção de alguns indicadores, que melhor se enquadravam para revelar a configuração da problemática em estudo. Esses indicadores passaram por um processo de refinamento após selecionadas as áreas de estudo e analisadas suas especificidades. O estudo de tais indicadores também fez parte do desenvolvimento de um questionário, importante metodologia, melhor detalhado na unidade “Levantamento de Dados Primários”.

Outro ponto importante foi a escolha das áreas de estudo, para isso alguns critérios foram estabelecidos, cabe ressaltar que esse passo foi bastante dificultoso, embora é sabido que a prática de dispor os resíduos em lixões era comum.

Escolhidas as áreas foram realizadas as visitas, previamente agendadas e na companhia de técnicos ligados as prefeituras, tendo como finalidade a caracterização mais precisa da área e a geração de relatórios fotográficos. Tais visitas foram de suma importância, possibilitando uma visão aos lixões e uma série de observações, especialmente nos seguintes assuntos: análise da densidade demográfica no entorno, facilidade de acesso, presença de lixo exposto, presença de animais e vetores. Durante as viagens aos municípios também foi consultado os arquivos das prefeituras com a finalidade de verificar possíveis registros históricos.

Os parâmetros analisados nas visitas e a análise dos impactos foram orientados pela ABNT (1997), que traz em seu corpo restrições e orientações para escolha de áreas de disposição de lixo.

O levantamento de dados secundários, através de pesquisas documentais, tiveram a finalidade de conhecer o município em que esses estão inseridos, sob os aspectos socioeconômicos e ambientais. As principais fontes utilizadas foram os censos realizados e disponibilizados pelo *IBGE*, *FATMA*, *SDS*, *EPAGRI*.

A última etapa do trabalho compreende a análise e cotejo dos dados e informações coletadas, com dupla finalidade de analisar os impactos do lixão e estimar, quantitativamente, os impactos ambientais nos seguintes componentes: ar, solo e recursos hídricos. A metodologia para cumprimento dessa etapa foi adaptado a partir de Ramos (2015), incluindo os apêndices presentes no trabalho.

Na Figura 2, têm-se os principais itens da metodologia. Sempre que necessário os procedimentos metodológicos serão detalhados também nas seções de Resultados e Discussão.



Figura 2 – Metodologia

Fonte: Autora

3.1 ÁREAS DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada em dois municípios localizados em Santa Catarina: Turvo e Ouro. Esses foram selecionados a partir de informações e dados previamente levantados em outras pesquisas desenvolvidas no *LARESO*, como supracitado, especialmente no desenvolvimento de um diagnóstico que objetivava analisar a situação dos lixões, ativos e inativos, no estado de Santa Catarina.

Para tal atividade, os contatos foram estabelecidos com o auxílio da Federação Catarinense de Municípios, das associações de município e prefeituras, outros contatos foram estabelecidos através da rede mundial de computadores.

Escolhidos os lixões foi realizado um breve diagnóstico dos municípios considerando os seguintes aspectos: quantitativo populacional no período em que o lixão ficou em atividade e atualmente e densidade populacional, tendo em vista que características ligadas as populações influam na geração de resíduos. Também foi realizada breve caracterização econômica dos municípios.

A seguir têm-se a localização de ambos os municípios (Figura 6)

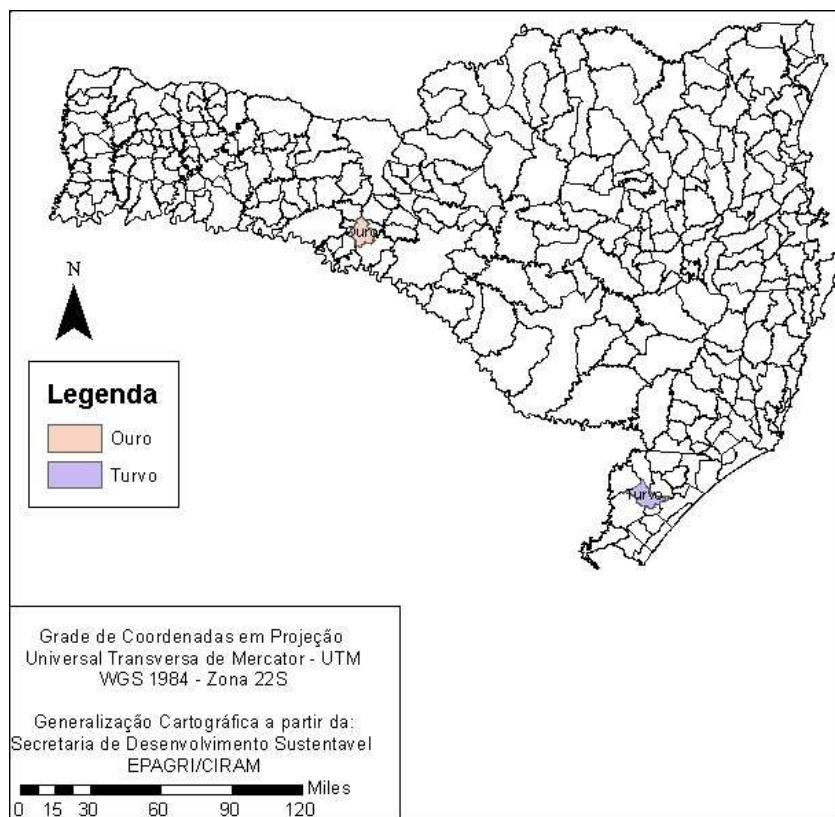


Figura 3 – Localização municípios
Fonte: Autora

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS

Essa seção foi desenvolvida principalmente a partir da síntese de parâmetros levantados nas visitas e questionário desenvolvido.

3.2.1 Questionário

O questionário aborda questões relativas aos lixões, sendo aplicado em ambos os municípios. Para o lixão localizado em Turvo o preenchimento foi realizado pelo o engenheiro civil do município, em Ouro pelo coordenador do projeto de remediação da área. O preenchimento foi aplicado de forma individual, sendo que a autora auxiliou a sanar as dúvidas que surgiram ao longo do processo. Em Turvo foi respondido pelos funcionários da prefeitura, em Ouro pela equipe responsável o plano de recuperação do local.

O questionário foi desenvolvido por Ramos (2015), sendo modificado ao longo do desenvolvimento do trabalho, de acordo com as especificidades das áreas escolhidas e ausência de dados e informações. Suas respostas foram abordadas de modo indireto na Análise de Impactos Ambientais e Estimativa.

O seu desenvolvimento baseia-se em:

1. Estudos históricos sobre a natureza dos resíduos dispostos, suas quantidades e o tempo de utilização do lixão;
2. Investigações locais e visuais para a identificação de eventuais impactos ambientais sobre os meios, fauna e/ou flora e riscos diretos para as populações vizinhas; análises dos meios (parâmetros globais de poluição, odores, etc.); coleta de amostras de solo, resíduos, águas e ar e análises laboratoriais das mesmas.
3. Estudos de vulnerabilidade dos meios com base em dados disponíveis: população humana ou vizinhança do lixão; presença e profundidade do lençol freático ou distância de um curso d'água; utilização dos recursos hídricos; configuração topográfica e estabilidade geotécnica (riscos de deslizamento do terreno, etc.); riscos sísmicos, etc.

O questionário divide-se em seis partes, além de constar a identificação do local (APÊNDICE A):

1. Caracterização da Disposição

2. Meio Solo e Águas Subterrâneas
3. Meio Águas Superficiais
4. Natural e Paisagens
5. Ar

Muitas das questões elencadas a autora conseguiu analisar sua veracidade, especialmente nos itens 2, 3 e 4.

3.2.2 Visitas

Durante as visitas os principais parâmetros analisados foram a proximidade com os centros urbanos, densidade demográfica no entorno, presença de cercas, tipo de cobertura, presença resíduos visíveis, facilidade no acesso, presença de animais e de vetores. Tais observações foram orientadas pela norma NBR 13896 - Aterros de resíduos não perigosos: Critérios para projeto, implantação e operação, que explana sobre a escolha de locais para a implantação de aterro. Para melhor compreender a situação em estudo, também foi feito diário de campo, onde registrou-se todos os fatos considerados mais relevantes que não estavam previstos nas técnicas utilizadas.

Também foram realizadas entrevistas abertas e conversas informais com o intuito de compreender a problemática dos lixões. No município de Turvo as entrevistas foram realizadas com ex-catadores lixão e com o motorista dos caminhões que realizavam a coleta de lixo no período de vigência do lixão. Em Ouro, as entrevistas foram realizadas com a equipe responsável pelo projeto de remediação do lixão.

3.3 DIAGNÓSTICO DOS LIXÕES

Esse item tem a dupla finalidade de analisar os precedentes da deposição de resíduo e a atual condição dos lixões. Sendo desenvolvido com o auxílio de dados primários, de acordo com o exposto anteriormente, e secundários, representados principalmente pela revisão bibliográfica de trabalhos já consolidados sobre as áreas de estudos, outra fonte foram os planos de remediação dos lixões.

Sabe-se que para o lixão localizado em Turvo foi desenvolvido um plano no ano de 2000, enquanto que para o município de Ouro o mesmo encontra-se em construção. Também foi consultado imagens

de satélites, objetivando conhecer o local de maneira global, tendo em vista que a região no entorno é susceptível aos impactos do lixão.

No histórico foi determinado o período que o lixão ficou ativo e há quanto tempo está fechado, também foram elencadas as medidas mitigadoras desenvolvidas, quando for o caso.

Para compor o item também foi analisado os seguintes parâmetros:

1. Área total e estimativa de altura do lixo; com a finalidade de caracterizar melhor o local.
2. Facilidade de acesso; verificou-se basicamente se havia cercas ou muros limitando o acesso de pessoas e animais.
3. Distância do centro urbano; segundo a NBR 13.896, deve haver uma distância mínima de 500 metros entre os núcleos populacionais e as áreas de disposição de lixo.
4. Uso atual e futuro do local; foi verificado se o uso atual é compatível e seguro.
5. Cobertura vegetal; foi analisado se houve revegetação e qual seu estágio.

Para facilitar a denominação, o lixão de Ouro foi denominado por lixão Coxilha Seca, nomenclatura também utilizada pelos técnicos do projeto de remediação. O outro por Lixão de Turvo.

3.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS MUNICÍPIOS

O diagnóstico do meio físico é importante para analisar a susceptibilidade do local aos impactos ambientais provocados pelo lixão, corroborando no estudo dos riscos ambientais. Assim foi realizada uma breve caracterização do clima, recursos hídricos, solo e flora dos municípios em que os lixões estão inseridos.

A seguir, tem-se o detalhamento metodológico para cada componente analisado:

- Hidrologia: Serão coletadas informações sobre a bacia hidrográfica na qual os lixões estão inseridos, bem como os rios que a compõe e seu local de desaguamento.
- Clima: O clima dos municípios foi determinado via literatura. Essa informação é um importante fator de caracterização da região,

assim como o índice pluviométrico que auxilia nas estimativas da produção de lixiviado.

- **Pedologia:** A caracterização do solo foi realizada por intermédio da literatura e consultas nas secretarias responsáveis. As principais características quanto à compatibilidade e vulnerabilidade erosiva serão elencadas.

A caracterização do meio físico auxiliou no estudo da influência do lixão, bem como o preenchimento dos questionários.

3.5 ANÁLISE DE IMPACTO AMBIENTAL

Primeiramente cabe salientar que embora a metodologia proposta seja orientada para uma avaliação de impacto ambiental, de modo que o tema já foi abordado no item “Fundamentação Teórica”, não é objeto desse trabalho uma avaliação conclusiva acerca do tema. A análise contemplou os recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), solo e ar dos lixões desativados. A seguir tem-se o detalhamento da metodologia para análise de cada um dos componentes.

3.5.1 Recursos hídricos

Em relação aos superficiais foi analisado a proximidade do lixão com corpos hídricos e nascentes, considerando que a distância que representa risco de contaminação é aquela inferior à 200 metros. Tal parâmetro consta na NBR 13896:

O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso de água; (ABNT, 1997).

A distancia foi obtida por meio de imagens de imagens de satélite. No tocante aos recursos hídricos subterrâneos, a análise foi feita considerando o nível do lençol freático e a ausência/presença de impermeabilização inferior.

3.5.2 Solo

Para o estudo dos impactos ambientais resultantes no solo foi analisada a pedologia do local, ocorrência de eventos relacionados a

erosão e deslizamentos e a existência de impermeabilização inferior no lixão.

3.5.3 Ar

Na análise do ar, foi verificado se no lixão ocorreu queima de resíduos. No caso de afirmativa, foi considerado que o lixão impactou o meio atmosfera.

3.6 ESTIMATIVA DE IMPACTO AMBIENTAL

O resultado dessa etapa é uma análise quantitativa referente a gravidade dos impactos ambientais, o método baseia-se na exploração dos dados e informações geradas no questionário, nas visitas e entrevistas a técnicos e nos planos de remediação dos lixões. Estes dados e informações foram sintetizados em sete grupos:

1. Volume de resíduos a tratar
2. Atividade do Lixão
3. Estabilidade do terreno
4. Geração de lixiviados e suscetibilidade de contaminantes do solo e lençol freático
5. Possibilidade de transferência dos contaminantes às populações do entorno através das águas superficiais
6. Possibilidade de perturbação humana devido à proximidade do lixão
7. Possibilidade de poluição atmosférica

Estes grupos serão apresentados em uma planilha Excel, cada um apresentando três possibilidades de respostas. O preenchimento foi realizado pela autora. A Figura 4 ilustra essa etapa.

Cada alternativa possuía uma cor correspondente, sendo que essas estava vinculada a uma pontuação:

- Amarela: 1 ponto
- Verde: 2 pontos

	A	B	C
1	1. Volume de resíduos a tratar (tamanho x espessura da camada)		MARQUE COM X
2	< 10.000 m ³	1	
3	Entre 10.000 e 5.000.000 m ³	2	
4	>5.000.000 m ³ ou volume desconhecido	3	
5	2. Atividade do lixão		
6	Já fechado com tempo de fechamento maior que 20 anos. Quando ativo, recebeu apenas resíduos domésticos	1	
7	Já fechado com tempo de fechamento maior que 20 anos. Quando ativo, recebeu todos os tipos de resíduos	2	
8	Já fechado com tempo de fechamento menor que 10 anos ou ainda ativo ou informações desconhecidas	3	
9	3. Estabilidade do terreno		
10	Terreno sem evidência de reassentamento, deslizamento e erosão. Declividade menor que 20%	1	
11	Terreno com evidência de reassentamento, deslizamento e erosão e/ou declividade entre 20-40%	2	
12	Terreno submetido à reassentamento, deslizamento e erosão e/ou declividade maior que 45% ou informações desconhecidas	3	
13	4. Geração de lixiviados e suscetibilidade de contaminantes do solo e lençol freático		
	Impossibilidade ou forte dificuldade de contaminação do solo e do lençol freático devido a combinação de: • Não geração de lixiviados (existência de impermeabilização superior e pluviosidade menor que 400 mm) ou existência de coleta e tratamento eficazes de lixiviados ou presença de impermeabilização inferior, • Condições geológicas que não permitem infiltração (solo argiloso com espessura maior que 3 m e ausência reconhecida de falhas, fraturas ou carstificação no terreno onde o lixão está ou nas proximidades)	1	
14	Possibilidade média de contaminação do solo e lençol freático devido, ao menos, um dos seguintes fatores: • Possibilidade de geração de lixiviados (ausência ou ineficácia de impermeabilização superior e pluviometria maior que 400 mm); • Ausência ou ineficácia de coleta e tratamento de lixiviados e de impermeabilização inferior, • Condições geológicas favoráveis à infiltração de lixiviados (presença de falhas, fraturas ou carstificação intensa dentro do terreno onde está o lixão ou nas proximidades)	2	
15			

Figura 4 – Estimativa de Impacto

Fonte: Autora

- Vermelha: 3 pontos

Findada essa etapa, foi realizada soma simples e o resultado comparado com uma faixa de valores que irão determinar o nível de impacto: fraco, médio e forte.

O desenvolvimento desse item consistiu a última etapa da metodologia, pois demanda informações, dados obtidos nos planos de remediação e nas visitas.

Essa metodologia foi desenvolvida para as situações onde há a necessidade de reabilitação de mais de um lixão e desconhece-se o a ordem de prioridade para a reabilitação destes. Esse item também proporcionou o desenvolvimento de análises comparativas entre os dois lixões em estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção foi exposto os resultados obtidos no trabalho, bem como sua discussão. Primeiramente foi explanado sobre aspectos relativos as áreas de estudos, após realizado um breve diagnóstico socioeconômico dos municípios e caracterização dos componentes do meio físico de acordo com o exposto no item “Metodologia”. Após têm-se as considerações referentes aos impactos ambientais.

4.1 ESTUDOS DE CASO

O processo de escolha das áreas de estudo ocorreu a partir do diagnóstico, como supracitado. Tais atividades forneceram subsídios para a escolha dos lixões, além de espertasse no tema. Algumas percepções da autora em relação ao diagnóstico dos lixões merecem ser pautadas:

1. Insuficiência de registros históricos;
2. Poucos estudos visando a avaliação e caracterização dos impactos ambientais em lixões tanto em atividade quanto inativos;
3. Pouco interesse das prefeituras em contribuir para o trabalho;

O cenário é preocupante, tendo em vista que os itens 1 e 2 são fundamentais para orientar quais são os riscos ambientais dos lixões, possíveis usos futuros e a melhor alternativa de remediação para cada área. A falta de interesse das prefeituras pode-se atribuir ao receio de futuras fiscalizações dos órgãos competentes. Assim, optou-se por escolher os municípios que se mostraram dispostos a contribuir para a pesquisa e que possuíam informações suficientes, principalmente com planos de remediação desenvolvidos para os lixões desativados.

Para a melhor compreensão da problemática foi desenvolvido um breve resumo dos lixões em análise (Tabela 2). Outras informações foram citadas nos próximos itens.

Tabela 2 – Resumo Lixões

	Lixão em Turvo	Lixão Coxilha Seca
Área (ha)	1,5	23,24
Período em atividade	1992 - 2007	1999 - 2005
Coleta de resíduos no período de atividade	Não	Sim
Catadores	Sim	Sim
Plano de recuperação	Sim	Sim, em desenvolvimento

4.2 TURVO

O município de Turvo foi fundado no ano de 1948 e está localizado no litoral sul de Santa Catarina, distante 250 km da capital, Florianópolis (FECAM, 2015).

A população estimada para o ano de 2015 foi de 12.551 habitantes, tendo em vista que a área do município é de $235,517 \text{ km}^2$ têm-se uma densidade demográfica de $50,33 \text{ hab/km}^2$. No período que o lixão ficou ativo a população média era de 10.887 habitantes. (CIDADES, 2015), (SIDRA, 2010).

Integra a *AMESC* e tem como limites territoriais ao norte com o município de Meleiro, a oeste com Timbé do Sul e Morro Grande, ao sul com Jacinto Machado e ao leste com Araranguá e Ermo. (FECAM, 2015). A economia municipal gira em torno da agricultura, principalmente com a produção de grãos, rendendo o título de capital brasileira da mecanização agrícola. Outros produtos cultivados são milho, fumo, feijão e a banana. A pecuária está presente com elevado contingente de animais como bovinos, suínos, equinos, caprinos e aves, as pastagens representam 20% dos imóveis rurais (TURVO, 2015).

4.2.1 Caracterização física de Turvo

O sul catarinense é uma área de grande interesse científico: delimitada no oeste pelas escarpas da Serra Geral e ao leste pelo oceano, possui sérios problemas de poluição, especialmente devido à mineração do carvão e conflitos relacionados ao uso da água (MONTEIRO et al., 2007).

O município de Turvo, segundo Aragon (2005), pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. Os seguintes rios formam a malha hi-

drográfica: Rio do Salto, Rio Cachorrinho, Rio Turvo, Rio Amola-Faca. E os que limitam o município são: Rio Jundiá, que divide em partes os Municípios de Meleiro e Turvo; Itoupava II, que junto com o Rio Jundiá forma um delta, lançando suas águas no Rio Araranguá; Rio da Pedra; Rio Pinheirinho, que divide os municípios de Turvo e Jacinto Machado; e Rio Trabuco. Esta situação propicia o desenvolvimento da agricultura que é a principal atividade econômica do município (SANTOS, 2009).

De acordo com Dantas et al. (2005), a bacia do rio Araranguá abrange total ou parcialmente, além do município de Turvo, os municípios de Siderópolis, Treviso, Cocal do Sul, Içara, Nova Veneza, Forquilha, Maracajá, Araranguá, Arroio do Silva, Meleiro, Criciúma, Ermo, Jacinto Machado, Morro Grande e Timbé do Sul, totalizando uma área de aproximadamente 4.000 km^2 , o comprimento dos cursos hídricos chega a 5.916 km, com densidade de drenagem de $1,95 \text{ km/km}^2$. Como as demais vertentes do Atlântico, a do rio Araranguá possui suas nascentes localizadas junto à Serra Geral, tendo como formadores os rios Itoupava e Mãe Luzia.

Toda a porção centro-ocidental da bacia, que inclui o município em estudo, está ocupada por extensas plantações de arroz em canchas. A rizicultura em larga escala gera consideráveis impactos ambientais, principalmente, devido ao uso indiscriminado de defensivos agrícolas em solos com lençol freático sub-afforante (DANTAS et al., 2005).

O município possui altitude média de 28 metros acima do nível do mar, sendo que a maior parte do relevo é de planície, tendo como característica a presença da mata Atlântica. Possui pequenas elevações que se caracterizam por ondulações de altitude variada, atingindo no ponto mais alto 70 metros (PRESA, 2011).

Segundo Nimer et al. (1979), a classificação do clima do litoral catarinense, o que inclui Turvo, é do tipo subquente, com a temperatura média anual superior a 20°C e com um inverno ameno.

A região encontra-se em uma planície de inundação, formada por depósitos eluvionares recentes, de expressão restrita, com grande variação granulométrica e estratificação incipiente ou ausente. Os aquíferos são do tipo porosos e praticamente inconsolidados e extremamente vulneráveis, o que representa alto risco de contaminação por esgotos por falta de saneamento ambiental (MINERAL; MARTIN; SUGUIO, 2014).

4.2.2 Diagnóstico lixão de Turvo

Para o desenvolvimento do presente item utilizou-se como fonte bibliográfica as informações coletadas durante as visitas ao local e nas entrevistas realizadas.

O lixão está localizado no bairro São Luiz, há aproximadamente 3,2 km do centro urbano do município, sendo que recebeu lixo por 15 anos, no período de 1992 até 2007. O fechamento ocorreu por determinação da *FATMA*, o interlocutor do histórico não soube transmitir detalhes.

Inicialmente o lixo era apenas disposto no local, sem qualquer tratamento, em seguida a prefeitura começou a compactar o material. É importante destacar a dificuldade em delimitar a área exata que recebeu o lixo, assim foi considerado que todo a área após a cerca, citada anteriormente, recebeu lixo.

De acordo com os relatos foi possível estimar que a área utilizada foi de 15000 m^2 (1,5 ha) e a altura de resíduos é de quatro metros.

Durante a operação do lixão era realizada atividade de catação por aproximadamente 15 catadores. Por meio dos interlocutores, foi possível constatar um quadro comum ao que é encontrado nos trabalhos acadêmicos na mesma temática, no lixão ocorreu muitos acidentes, especialmente com o resíduo proveniente do hospital municipal e postos de saúde.

Além dos riscos que os catadores eram expostos é importante citar que os RSS (resíduos de serviço de saúde) têm alto potencial poluente, devido as suas características.

No período de atividade não havia coleta seletiva especial, assim as atividades de catação eram desenvolvidas de modo desorganizado, os catadores faziam revistas nas sacolas e sacos de maneira aleatória, abrindo e coletando o material vantajoso economicamente, dispondo o resto, sem qualquer controle, na área de estudo.

O lixão representava importante fonte de renda aqueles que realizavam atividade de catação. Quando o mesmo fechou os catadores não receberam apoio e oportunidades para desenvolver outras atividades remuneradas, evidenciando um processo de exclusão social.

Embora retirado em relação ao centro urbano há residências em um raio inferior há 500 metros, sendo que há residências limítrofes ao lixão. Na Figura 1 têm-se as residências, no canto direito é possível ver a cerca que demarca o início do lixão.

Em uma parcela do lixão foi realizada revegetação e atualmente esse local encontra-se em estágio médio de regeneração, como é possível

ver na Figura 7, a vegetação acirrada inviabilizou o acesso. Essa foi a principal medida adotada, porém não foi realizado o acompanhamento de tal processo.

Na Figura 5 têm-se a vista panorâmica do local, no canto esquerdo é possível ver a usina de reciclagem que está em operação e ao fundo o local que foi vegetado. Na usina trabalham oito catadores, esses não estão organizados em cooperativas ou associações, desenvolvendo a atividade de maneira individual e vendendo os materiais recicláveis a diferentes atravessadores. A prefeitura encaminha uma parcela do lixo do município até a usina e os catadores separam os materiais de interesse. No município não há coleta seletiva.

A seguir têm-se memorial fotográfico do lixão (Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10):



Figura 5 – Foto panorâmica

Fonte: Autora



Figura 6 – Lixo visível
Fonte: Autora



(a) Área revegetada



(b) Detalhe área revegetada



(c) Lixo exposto

Figura 7 – Área revegetada lixão Turvo



(a) Resíduo incinerado



(b) Detalhe Entulho



(c) Entulho

Figura 8 – lixão de Turvo



(a) Usina de reciclagem



(b) Reciclável para venda



(c) Interior Usina

Figura 9 – Usina desativada



(a) Detalhe armazenamento lixo



(b) Detalhe armazenamento lixo

Figura 10 – Reciclagem

Atualmente o local está desativado e o lixo do município é destinado a um aterro sanitário no município de Içara.

4.3 OURO

O município de Ouro foi fundado no ano de 1963 e está localizado na região do meio oeste catarinense, distante 406 km da capital, Florianópolis (FECAM, 2015).

Integra a *AMMOC* e tem como limites territoriais ao norte com o município de Jaborá, ao sul com o município de Capinzal, ao leste com os municípios de Campos Novos e Lacerdópolis e a oeste com os municípios de Ipira e Presidente Castelo Branco (STROPASOLAS et al., 2002).

A população estimada para o ano de 2015 foi de 7.339 habitantes, tendo em vista que a área do município que, $213,575 \text{ km}^2$, a densidade demográfica é de $34,5 \text{ hab/km}^2$ para o ano de 2015. No período que o lixão ficou ativo a população média era de 7.198 habitantes. (CIDADES, 2015), (SIDRA, 2010).

A agricultura representa a principal atividade econômica do município, destacando-se as culturas do feijão, soja, milho e fumo. A integração com grandes empresas agroindustriais também sustenta as criações de gado leiteiro, suínos e frangos (OURO, 2015).

4.3.1 Caracterização física de Ouro

O município está localizado na bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, local onde as chuvas são fortemente influenciadas pelas condições topográficas, sendo que as regiões próximas às encostas apresentam maiores alturas de precipitações, causadas pela elevação do ar úmido e quente, que favorece a formação de nuvens e o aumento do volume de precipitação. A bacia sofre com desastres naturais, causados pelo excesso e pela escassez de precipitação (LINDNER et al., 2007).

A bacia é integrada por 26 municípios: Caçador, Rio das Antas, Videira, Pinheiro Preto, Tangará, Ibicaré, Luzerna, Herval D'Oeste, Joaçaba, Lacerdópolis, Ouro, Capinzal, Ipira, Calmon, Macieira, Salto Veloso, Arroio Trinta, Iomerê, Treze Tílias, Água Doce, Fraiburgo, Ibiam, Erval Velho, Campos Novos, Alto Bela Vista e Piratuba (CATARINA, 2015).

De acordo com CATARINA (1986), a vegetação ocorrente na

área de estudo era composta pelas seguintes formações vegetais: floresta estacional decidual (floresta latifoliada do alto Uruguai) até as altitudes de 500 a 600 metros e pela floresta ombrófila mista nas altitudes acima de 600 metros.

Segundo Klein (1960), a Floresta Ombrófila Mista também ocorre nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e sul de São Paulo e, em manchas isoladas, nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo, atingindo também a província de Misiones, na Argentina e Oeste do Paraguai. De acordo com Reitz e Klein, 1966 a Floresta Ombrófila Mista ocorre com maior representatividade nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, embora esteja presente em diversos locais do país, além de Argentina e Paraguai. Esta floresta pode ser também chamada de Floresta com Araucária, Mata de Pinhais ou Mata de Araucária (Medeiros et al., 2004). No oeste do estado de Santa Catarina, e segundo Medeiros (2002) é visível o grau de fragmentação e degradação no qual a floresta se encontra, em razão do isolamento que os remanescentes foram submetidos pelos proprietários rurais. Com isso, o processo de empobrecimento e degradação biológica é inevitável.

O município de Ouro situa-se numa zona de transição entre os climas Cfa e Cfb de Köppen. Predominantemente o município encontra-se na Zona Agroecológica 3A - Vale do Rio do Peixe e Planalto Central (78%), sendo esta caracterizada por se situar na parte alta do município, onde as cotas altimétricas são superiores a 500 metros. Esta zona é classificada como clima Cfb, segundo Köppen, ou seja, clima temperado constantemente úmido, sem estação seca, com verão fresco (temperatura média do mês mais quente (22,0°C). Segundo Braga e Ghellere (1999), o clima é mesotérmico brando (temperatura do mês mais frio entre 10 e 15 °C). A altitude média do município é de 500 metros. (RUBEN; KOTTEK, 2010), (CIDADES, 2015).

A região em que o município está inserido encontra-se praticamente sem aquíferos, representadas por litologias associadas a derrames vulcânicos pouco fraturados, com baixa vulnerabilidade. A geomorfologia é desfavorável a contaminação (MINERAL; MARTIN; SUGUIO, 2014).

4.3.2 Diagnóstico Coxilha Seca

O local está localizado na Comunidade de Coxilha Seca, interior do município, há aproximadamente 24,1 km do centro urbano, sendo bastante retirado, inclusive o acesso é por via não asfaltada e difícil, a

estrada possuía aclives e declives acentuados e muitas pedras e pedregulhos. Inclusive foi recomendado que a visita não fosse realizada com veículo de porte médio.

Segundo o memorial descritivo do projeto de remediação, no ano de 1999 a prefeitura adquiriu uma área de 232.400 m², situada na Linha Dambrós e implantou com parceria do Governo Federal, além do lixão, uma usina de triagem do lixo urbano onde parte do resíduo municipal era recebido e separado em a)Reciclável; b) Orgânico e c)Rejeito, na época os municípios contavam com um programa de coleta seletiva. O lixo orgânico e o rejeito era depositado no lixão, sendo o reciclável vendido. Os catadores não estavam organizados em cooperativas ou associações.

Atualmente, a usina de reciclagem encontra-se desativada, todavia, em bom estado de conservação. Sendo possível a visualização no memorial fotográfico.

É possível constatar uma similaridade em relação aos lixões: foi realizada atividade de catação no período que em que estes ficaram ativos. Porém, no município de Ouro era realizada coleta seletiva e o resíduo de saúde não era destinado ao local.

A área era devidamente licenciada junto à *FATMA* para operação, porém o período da licença expirou e em 2005 após o vencimento e não renovação da Licença ambiental de operação - LAO o mesmo foi desativado e a área de propriedade da prefeitura ficou abandonada, a partir deste ano uma empresa terceirizada passou a recolher transportar e destinar o resíduo urbano para outra cidade. Assim, conclui-se que o lixão estava operando legalmente, porém sem os mecanismos básicos de proteção ambiental.

É importante destacar que antes da implantação do lixão Coxilha Seca, parte do lixo municipal era destinado para outro lixão, na localidade Kleinobin, distante aproximadamente 5 quilômetros.

Atualmente o lixão Coxilha Seca está desativado e o lixo do município é destinado a um aterro sanitário no município de Erval Velho. É importante elencar que durante dez anos o local ficou abandonado. O projeto de recuperação está em desenvolvimento e pretende-se construir um aterro sanitário no local. A seguir têm-se memorial fotográfico do local (Figuras 11, 12 e 13):



Figura 11 – Usina de Reciclagem

Fonte: Autora



(a) Detalhe lixão



(b) Vista parcial lixão



(c) Vista parcial

Figura 12 – lixão Coxilha Seca



(a) Detalhe lixo volumoso



(b) Detalhe lixão



(c) Vista parcial

Figura 13 – Presença de lixo

4.4 ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Nesse item será realizada a abordagem dos principais impactos ambientais nos locais em estudo. A análise concomitante será possível tendo em vista a similaridade dos cenários encontrados.

Nas visitas o primeiro ponto analisado foi a facilidade do acesso, em ambos os lixões esse não foi considerado adequado. No lixão de Ouro não há cerca e o acesso ao local é livre. Já no município de Turvo há uma porteira e o perímetro do local é cercado, porém a cerca apresenta falhas em diversos pontos, inclusive no dia da visita a autora ingressou ao local, na companhia de funcionários da prefeitura, através de uma das falhas da cerca (Figura 14 e 15).



(a) Entrada



(b) Estrada de Acesso

Figura 14 – Acesso lixão de Coxilha Seca

Nas visitas também percebeu-se que ambos ainda recebem lixo.



(a) Detalhe Entrada



(b) Detalhe Entrada

Figura 15 – Entrada lixão de Turvo

Essa conclusão foi possível tendo em vista a decomposição desses, a maior parte era volumoso e de diferentes origens, tal como sofás, poltronas, televisão, entulhos e eletrodomésticos, resíduos oriundos da construção civil e resíduos de limpeza urbana.

No município de Turvo, foi repassada a informação que os resíduos de limpeza urbana coletados eram ainda destinados ao local. Cabe ressaltar que esse tipo de resíduo referem-se aos serviços de varrição e manutenção de vias e logradouros e aos serviços de roçada, capinação e poda. A deposição de entulho, ocasiona proliferação de vetores de doenças, entupimento de galerias e bueiros, assoreamento de córregos e rios, contaminação de águas superficiais e poluição visual (MENDES et al., 2004), (OLIVEIRA; MENDES, 2008), (MOTTA; FERNANDES, 2003).

Em Ouro a população é que transportava os resíduos de grande

volume para esse local.

A Fundamentação Teórica também abordou a dificuldade dos pequenos municípios em gerenciar os resíduos sólidos, o trabalho reafirmou tal cenário, além de evidenciar que os lixões ainda não estão equacionados.

No lixão de Turvo há outro ponto que merece ser mencionado, há uma usina de reciclagem, onde uma parte do resíduo do município é encaminhada até lá, os catadores abrem as sacolas e retiram o que é de interesse e o restante é encaminhado ao aterro sanitário no município de Içara, porém no dia da visita havia um montante de aproximadamente 1 m^3 de lixo exposto ao ar livre.

Outra similaridade percebida é em relação aos usos futuros dos locais, no lixão de Coxilha Seca há um projeto para transformar o local em aterro sanitário, em Turvo foi desenvolvido um projeto similar, o mesmo começou a ser implantado, porém devido a escassez de recursos financeiros e técnicos foi interrompido.

4.4.1 Recursos hídricos

No tocante a análise dos recursos hídricos superficiais percebe-se que os lixões possivelmente não causaram impactos ambientais, tendo em vista que os rios mais próximos ao local estão há mais de 200 metros.

Em relação aos recursos hídricos subterrâneos foi utilizada as informações dos planos de remediação desenvolvidos para os locais, especialmente nas sondagens. Cabe ressaltar que os valores desconsideram a altura de lixo.

De primeiro vale salientar que nenhum dos lixões tinha impermeabilização inferior ou drenagem do lixiviado, assim há possibilidade de contaminação do lençol freático.

No município de Ouro foram realizadas sondagens em até 4 metros e não encontrou-se lençol freático. A possibilidade de contaminação desse recurso pode ser classificada como média.

Em Turvo as sondagens realizadas mostram que o lençol freático tem profundidade variável de 1,7 à 2 metros. O item “Caracterização física de Turvo”, também explanou sobre o fato da região estar localizada em uma planície de inundação e que os recursos hídricos subterrâneos são extremamente vulneráveis.

No dia da visita também o solo estava extremamente úmido (Figura 16).



Figura 16 – Solo lixão Turvo

Fonte: Autora

Tais informações reafirmam que no lixão de Turvo gerou contaminação dos recursos hídricos subterrâneos, para o município de Ouro as análises não foram conclusivas.

4.4.2 Ar

Os gases gerados nos lixões representam alto risco de problemas ambientais, sendo produzidos por um período de aproximadamente 15 anos após a desativação da área (ENSINAS, 2003). Ambos os lixões estão fechados por um tempo inferior a esse período, somasse a isso o fato de que não foram instalados sistemas para coleta dos gases e que durante sua operação era realizada a queima de lixo.

Assim, conclui-se que os lixões, durante sua operação emitiram gases, poluindo a atmosfera.

4.4.3 Solo

Nenhum dos locais apresenta problemas referentes a assentamento, deslizamento e erosão. Entretanto, em nenhum dos lixões houve impermeabilização inferior, assim, a probabilidade de contaminação no solo é alta.

4.5 ESTIMATIVA DE IMPACTO AMBIENTAL

Como resultado para esse item o lixão localizado no município de Turvo recebeu 14 pontos enquanto o de Coxilha Seca 12.

A pontuação do lixão localizado em Turvo foi superior em apenas dois itens, sendo esses:

- Geração de lixiviados e suscetibilidade de contaminantes do solo e lençol freático: De acordo com as informações relativas aos recursos hídricos subterrâneos, percebe-se que a região possui um lençol freático aflorante.
- Possibilidade de perturbação humana devido à proximidade do lixão: Tal como o exposto há residências em um raio inferior a 500 metros.

Os valores obtidos foram muito similares, refletindo o preocupante cenário desses locais. O fato também pode ser atribuído ao porte dos municípios, como já mencionado, os municípios com população pequena possuem grandes dificuldades em gerenciar os resíduos de maneira adequada.

O único ponto que o lixão Coxilha Seca obteve uma pontuação superior foi na questão referente a área dos lixões.

Conclui-se que seria prioridade a remediação do lixão localizado em Turvo, tendo em vista que esse provocou impactos ambientais mais graves.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foi realizada caracterização dos impactos no meio físico (solo, ar e recursos hídricos) em dois lixões desativados. Por meio de pesquisa realizada e coleta de dados foi possível estabelecer um diagnóstico, mesmo que superficial, sobre os lixões. Também foi possível constatar problemas relacionados a gestão dos resíduos sólidos urbanos, que embora não constassem nos objetivos iniciais, mereceram ser pautados.

Do total de municípios brasileiros não são muitos os que tem alcançado soluções adequadas para o gerenciamento dos resíduos sólidos sob o ponto de vista econômico, ambiental e social. A quantidade de resíduos é imensa, crescendo ano após ano. Todavia, há soluções possíveis, devendo ser construídas de acordo com a demanda e a disponibilidade de cada município, dentre tais destaque para o incentivo a reciclagem, fortalecimento das cooperativas de catadores, coleta seletiva e educação ambiental.

É importante salientar que mesmo o estado de Santa Catarina, mencionado por estar na vanguarda do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, possui dificuldades de equacionar a problemática. Os estudos de caso confirmam tal fato, uma das principais dificuldades é em relação ao resíduo volumoso.

Os lixões, independentemente do município, representam risco de poluição ao solo, ar e águas superficiais e subterrâneas. O fim da operação destes não significa que o conjunto de problemas foi solucionado.

No lixão de Turvo, percebe-se que foram desenvolvidas apenas medidas paliativas de remediação, sendo essas: fechamento e revegetação de uma parcela do lixão. O lixo não foi removido e não houve, inclusive, um monitoramento e avaliação dos resultados. Tais medidas ocasionaram principalmente a melhoria na paisagem, sem impedir a contaminação. A região no entorno do lixão cresce, o que representa um problema de saúde pública.

O lixão Coxilha Seca, ficou cerca de dez anos abandonado, o que expõe o descaso em relação ao local. Soma-se a isto, o fato de ter acesso livre e a população ainda destinar lixo volumoso ao local.

É importante ressaltar os esforços das prefeituras de Turvo e Ouro, objetivando remediar e tratar esses locais. Todavia, a situação é complicada, pois o material, que durante anos foi depositado, continua poluindo especialmente os recursos hídricos subterrâneos, atingidos

pelo lixiviado.

Outro dado preocupante é o fato desses locais receberem esporadicamente lixo. Essa disposição difere daquela realizada anteriormente; pois atualmente o lixo é majoritariamente inerte. Entretanto, revela o aspecto negativo que esses locais ainda têm e que o gerenciamento adequado de resíduos passa por uma mudança de comportamento, onde a população deve ser agente atuante e transformador na proteção ambiental.

Percebe-se assim que devem ser adotadas medidas a longo e curto prazo. A curto é necessário fechar os lixões por meio de cercas e a realização de rondas de autoridade competente, além do município oferecer pontos de entrega de resíduos volumosos. A longo prazo é o investimento em programas de educação e conscientização ambiental, alertando a população sobre a forma correta de descarte dos resíduos, os riscos da disposição inadequada e a importância de um ambiente equilibrado.

Embora, apenas os dois estudos de casos não sejam representativos, eles refletem a dificuldade dos municípios de porte pequeno em gerenciar adequadamente o lixo. Atualmente, não existem campanhas por parte das prefeituras para incentivar ou viabilizar o processo nos municípios.

A tendência para os próximos anos é a destinação de resíduos apenas em aterros, fato que evidencia crescente preocupação no gerenciamento de resíduos sólidos, porém o acréscimo de aterros desativados aumenta a preocupação quanto a necessidade de projetos de remediação, monitoramento e uso futuro dessas áreas.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento de análises laboratoriais enriqueceria a discussão de resultados. A falta de dados comprometeu as investigações aos lixões, embora foi possível concluir que o cenário é preocupante.

Com o desenvolvimento de tais análises seria possível investigar a magnitude dos impactos ambientais e as melhores medidas mitigadoras.

A realização de mais estudos de caso propiciaria o desenvolvimento do cenário catarinense em relação a gestão dos resíduos sólidos.

APÊNDICE A – Questionário

QUESTIONÁRIO DE CAMPO

1 Identificação

Denominação do local:

Endereço:

Distrito/Bairro:

CEP:

Município (UF):

Latitude (Folha topográfica):

Datum/MC:

Bacia Hidrográfica:

Nome e função do(s) informante(s):

Utilização futura desejável para a área:

2 CARACTERIZAÇÃO DA DISPOSIÇÃO

2.1 Tamanho da disposição:

- a. ☐ menor que 5.000 m^2
- b. ☐ entre 5.000 m^2 e 50.000 m^2
- c. ☐ entre 50.000 m^2 e 500.00 m^2
- d. ☐ \geq 500.000 m^2
- e. ☐ Desconhecido

2.2 Idade dos resíduos:

- a. ☐ lixão fechado depois de 20 anos
- b. ☐ lixão fechado depois de menos de 20 anos
- c. ☐ ainda em atividade

2.3 Acidente e/ou eventos importantes:

Assentamento a. ☐ Não b. ☐ Sim

Deslizamento a. ☐ Não b. ☐ Sim

Erosão a. ☐ Não b. ☐ Sim

Riscos à vegetação a. ☐ Não b. ☐ Sim

2.4 Espessura da camada de resíduos:

- a. ☐ menor de 2 m
- b. ☐ de 2 a 10 m
- c. ☐ ≥ 10 m
- d. ☐ Desconhecida

2.5 Natureza dos resíduos:

- a. ☐ predominância de resíduos inertes (classe II A)
- b. ☐ predominância de resíduos domésticos (classe II B)
- c. ☐ forte presença de resíduos perigosos (classe I)
- d. ☐ Desconhecida

2.6 Impermeabilização superior:

- a. ☐ existente e apropriada para impedir a infiltração das águas pluviais
- b. ☐ existente, mas não totalmente apropriada para impedir a infiltração das águas pluviais dentro do solo ou apenas parcial
- c. ☐ inexistente

2.7 Declividade:

- a. 0 - 3 % (plano)
- b. 3 - 8 % (ligeiramente ondulado)
- c. 8 - 20 % (ondulado)
- d. 20 - 45 % (fortemente ondulado)
- e. 45 - 75 % (montanhoso)
- f. 75 - 100 % (escarpado)

3 MEIO SOLO E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

3.1 Impermeabilização inferior:

- a. ☐ existente e apropriada para impedir a infiltração de lixiviados
- b. ☐ existente, mas não totalmente apropriada para impedir a infiltração de lixiviado dentro do solo e apenas parcial
- c. ☐ inexistente
- d. ☐ Desconhecida

3.2 Presença de lixiviados:

- a. ☐ Não constata-se visualmente a presença de lixiviados
- b. ☐ Presença de fluxo de lixiviados após forte chuva
- c. ☐ Presença visível e constante de lixiviados

3.3 Existência de coleta de lixiviados:

- a. ☐ Sim
- b. ☐ Não

3.4 Existência de tratamento de lixiviados:

- a. ☐ Sim
- b. ☐ sim, mas não apropriado
- c. ☐ Não

3.5 Natureza do solo sob o lixão:

- a. ☐ Solo argiloso
- b. ☐ Solo siltoso
- c. ☐ Solo arenoso
- d. ☐ Desconhecido

3.6 Sensibilidade à poluição:

- a. ☐ formações impermeáveis ou existência de cobertura eficaz e de fundo impermeável no lixão
- b. ☐ acesso indireto por solos espessos de baixa permeabilidade ou existência de uma cobertura eficaz ou de um fundo à prova d'água
- c. ☐ acesso indireto por solos espessos de baixa permeabilidade ou espessura desconhecida
- d. ☐ Desconhecida

3.7 Nível piezométrico abaixo dos resíduos:

- a. ☐ maior que 3 m
- b. ☐ 1 -3m
- c. ☐ menor que 1m
- d. ☐ Desconhecido

3.8 Se o nível piezométrico é inferior a 1m:

- a. ☐ Resíduos fora do contato com a água subterrânea
- b. ☐ Resíduos parcialmente banhados
- c. ☐ Resíduos banhados
- d. ☐ Desconhecido

3.9 Distância de um ponto não protegido de alimentação de água potável de uso doméstico:

- a. ☐ menor que 200 m b. ☐ 100-200 m c. ☐ Desconhecida

3.10 Presença de lençol freático:

- a. ☐ Não
- b. ☐ Sim
- c. ☐ Desconhecida

3.11 Uso de água subterrânea:

- a. ☐ Não utilizada
- b. ☐ Uso animal, na agricultura, piscicultura, lazer ou industrial;
- c. ☐ Uso para abastecimento humano
- d. ☐ Desconhecida

4 MEIO ÁGUAS SUPERFICIAIS

4.1 Distância da borda do corpo hídrico mais próximo:

- a. ☐ ≥ 200 m
- b. ☐ 100-200 m
- c. ☐ até 100 m

4.2 Distância de um ponto não protegido de alimentação de água para abastecimento público:

- a. ☐ até 200 m
- b. ☐ 100-200 m
- c. ☐ até 100 m

5 HUMANO

5.1 Densidade populacional dentro de um raio de 500 m:

- a. ☐ até 10 residências
- b. ☐ 100 - 10 residências
- c. ☐ ≥ 100 residências
- d. ☐ Desconhecida

APÊNDICE B – Estimativa de Impacto Ambiental

Tabela 3: Estimativa de impacto ambiental

1. Volume de resíduos a tratar	
mais que 10.000 m ³	
Entre 10.000 m ³ e 5.000.000 m ³	
5.000.000 m ³ ou volume desconhecido	
2. Atividade do lixo	
Já fechado com tempo de fechamento maior que 20 anos. Quando ativo, recebeu apenas resíduos domésticos	
Já fechado com tempo de fechamento maior que 20 anos. Quando ativo, recebeu todos os tipos de resíduos	
Já fechado com tempo de fechamento menor que 10 anos ou ainda ativo ou informações desconhecidas	
3. Estabilidade do terreno	
Terreno sem evidência de reassentamento, deslizamento e erosão. Declividade menor que 20 %	
Terreno com evidência de reassentamento, deslizamento e erosão e/ou declividade entre 20-40 %	
Terreno submetido à reassentamento, deslizamento e erosão e/ou declividade maior que 45% ou informações desconhecidas %	
4.Geração de lixiviados	
Impossibilidade ou forte dificuldade de contaminação do solo e do lençol freático	
Possibilidade média de contaminação, do solo e lençol freático devido, ao menos	
Grande possibilidade de contaminação, do solo e do lençol freático devido a combinação de fatores:	
5. Possibilidade de transferência dos contaminantes às populações do entorno através das águas superficiais	
Possibilidade de transferência dos contaminantes pouco provável devido à inexistência de contaminação das águas superficiais dentro de um raio de 200 m e inexistência de nascentes dentro de um raio de 500 m	
Possibilidade média de transferência dos contaminantes devido ao uso das águas contaminadas ao abastecimento animal, na agricultura, piscicultura, lazer ou industriais	
Forte possibilidade de transferência de contaminantes devido a localização das águas contaminadas dentro de um raio de 200 m e utilização das mesmas para balneabilidade e/ou para o abastecimento público ou, ainda, informações desconhecidas	

6. Possibilidade de perturbação humana devido à proximidade do lixão	
Não existe mais do que 10 residências dentro de um raio de 500 m e/ou não existe odores, insetos, roedores, pássaros e outros animais, nem dispersão de resíduos, nem catadores dentro do lixão, pois o mesmo é isolado e vigiado	
Existe entre 10 e 100 residências dentro de um raio de 500 m e, ao menos, uma das seguintes condições no lixão: odores; lixão não isolado e vigiado; presença de insetos e roedores e/ou pássaros e outros animais	
Existência de um centro urbano dentro de um raio de 500 m	
7. Possibilidade de poluição atmosférica	
Inexistência de produção de biogás ou o mesmo, quando produzido, é coletado e tratado	
Possibilidade de bolsões e/ou migração de biogás que não é tratado	
Queima de resíduos, ausência de coleta e tratamento do biogás, possibilidade de bolsões e/ou migração de biogás e/ou explosão e/ou emanção notável de gás/vapores ou, ainda, informações desconhecidas	

A seguir têm-se a classificação dos impactos de acordo com a pontuação obtida:

Tabela 4 – Classificação de Impacto Ambiental

Pontuação	Nível de Impacto	Classificação
Até 11 pontos	Nulo	
De 12 até 21	Médio	
De 22 até 30	Forte	

REFERÊNCIAS

- ABNT, A. B. de N. T. Nbr 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. **Rio de Janeiro**, 1992.
- ABNT, A. B. de N. T. Nbr 13896: Aterros de resíduos sólidos urbanos perigosos - critérios para projeto, implantação e operação. **Rio de Janeiro**, ABNT, 1997.
- ABNT, A. B. de N. T. Nbr 10004: Resíduos sólidos: classificação. **Rio de Janeiro**, ABNT, 2004.
- ALBERTE, E. P. V.; CARNEIRO, A. P.; KAN, L. Recuperação de áreas degradadas por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Diálogos & Ciência-Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana**, v. 3, n. 5, 2005.
- AMBIENTE, S. P. E. S. do M. **Recuperação florestal: da muda à floresta**. [S.l.: s.n.], 2004.
- ARACAJU, P. de. Prefeitura de aracaju. **Disponível em** <http://www.aracaju.se.gov.br/>. Acesso Agosto de 2015, 2015.
- ARAGON, J. O. de A. **Análise de risco na avaliação de imóveis rurais: estudo de caso na cultura do arroz irrigado no município de Turvo-SC**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis., 2005.
- AZAMBUJA, E.; PHILIPPI, D.; PASCALE, M. Gestão de resíduos sólidos urbanos: desafios e perspectivas para os gestores públicos. **Anais Seminários em Administração**, 2005.
- BELI, E. et al. Recuperação da área degradada pelo lixão areia branca de espírito santo do pinhal-sp. **Engenharia Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 135–138, 2005.
- BERENGUEL, O. L. A experiencia de trabalho de catadores de recicláveis dentro da dinamica e gestão territorial de bragança paulista-sp. 2008.
- BUENROSTRO, O.; BOCCO, G. Solid waste management in municipalities in mexico: goals and perspectives. **Resources, conservation and recycling**, Elsevier, v. 39, n. 3, p. 251–263, 2003.

CABRAL, A. E. B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2007.

CALDERONI, S. Os bilhões perdidos no lixo (billions lost in wastes). **São Paulo, pp. 1e346 (in Portuguese)**, 2003.

CARPANEZZI, A. et al. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: SILVICULTURA, SÃO PAULO, V. 12, N. 42, T. 3, P. 216-221, 1992. **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. [S.l.], 1994.

CASTILHOS, A. B. et al. Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. abes. **RiMa, Rio de Janeiro. Projeto PROSAB**, 2003.

CATARINA, G. de S. Comitê de gerenciamento bacia hidrográfica do rio do peixe. **Disponível em <http://www.aguas.sc.gov.br/>. Acesso Novembro de 2015**, 2015.

CATARINA, S. Atlas de santa catarina. **Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro**, 1986.

CIDADES, I. Ibge. **Disponível; [http://www. ibge. gov. br/cidadesat/default. php](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php). Acesso jul, IBGE**, 2015.

CONAMA420, R. **Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA**). [S.l.], 2000.

CRUZ, A. L. M. d. **A reciclagem dos resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Producao, Florianópolis, 2002.

DANTAS, M. et al. Geomorfologia aplicada a gestão integrada de bacias de drenagem: Bacia do rio araranguá (sc), zona carbonífera sul catarinense. **Estudos hidrológicos e hidrogeológicos da bacia hidrográfica do rio Araranguá (SC)(Mapas e Relatório)**. CPRM-DEHID-SURIG-PA, 2005.

DIAS, N.; LIMONS, R.; CARVALHO, M. Challenges in the deactivation of more than 2000 open dumping sites in brazil. 2013.

DIDONET, M. Águas-goles de pura informação. **Livro zero**, v. 1, n. 2, p. 3, 1997.

ENSINAS, A. V. Estudo da geração de biogás no aterro sanitário delta em campinas-sp. **Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. tracer method based on FTIR absorption spectroscopy. Environ. Sci. Technol**, v. 35, n. 1, p. 21–25, 2003.

FECAM. Federação catarinense de municípios. **Disponível em <http://www.fecam.org.br>. Acesso Julho de 2015**, 2015.

FIRMO, A. L. B. et al. Avaliação do potencial de geração de biogás dos componentes dos resíduos sólidos urbanos do aterro da muribeca. **3º Simpósio Iberoamericano de Ingenieria de Resíduos. João Pessoa-PB**, 2010.

FRANÇA, R. G.; RUARO, E. Diagnóstico da disposição final dos resíduos sólidos urbanos na região da associação dos municípios do alto irani (amai), santa catarina. **Ciência & Saúde Coletiva, SciELO Brasil**, v. 14, n. 6, p. 2191–2197, 2009.

GOMES, T. L. **Avaliação Quali-Quantitativa do Percolado Gerado no Aterro Controlado de Santa Maria-RS**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

IBGE, I. B. de Geografia e E. Pesquisa nacional de saneamento básico 2008. **Rio de Janeiro**, 2010.

IPT, C. Lixo municipal, manual de gerenciamento integrado. **Publicação IPT-Instituto de Pesquisa Tecnológicas, S. Paulo**, 2000.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em são paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados, SciELO Brasil**, v. 25, n. 71, p. 135–158, 2011.

JAHNEL, M. C. Compostagem: a outra metade da reciclagem. In: **Cadernos de reciclagem**. [S.l.]: CEMPRE, 1997. v. 6.

JARDIM, N. S. et al. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. In: **IPT Publicação**. [S.l.]: IPT, 1995.

JR, A. d. C. et al. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento

de lixiviados de aterros sanitários. **Coord.: Armando CASTILHOS Júnior. Projeto PROSAB IV. Rio de Janeiro: ABES, 2006.**

JUCÁ, J. F. T. Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL-REGEIO**. [S.l.: s.n.], 2003. v. 5, p. 2003.

JUNIOR, A. B. d. C. Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades. **RiMa, ABES, 2002. 94 p., 2002.**

KREITH, F.; TCHOBANOGLOUS, G. **Handbook of solid waste management**. [S.l.]: McGraw-Hill New York, NY, 1994.

LANZA, V. C. V. Caderno técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. **Vera Cristina Vaz Lanza.–Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009.**

LEIº, N. . D. . D. A. D. . 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos–Disponível em: [LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. \[S.l.\]: Pearson Prentice Hall, 2009.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato200, p. 7–2010, N 12.305 DE 2 DE AGOSTO DE 2010.</p>
</div>
<div data-bbox=)**

LIMA, L. M. Q. Tratamento e biorremediação. **São Paulo: Hemus, v. 3, 1995.**

LINDNER, E. A. et al. **Estudo de eventos hidrológicos extremos na bacia do Rio do Peixe-SC com aplicação de índice de umidade desenvolvido a partir do tank model**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2007.

LOPES, W. S. et al. Avaliação dos impactos ambientais causados por lixões: um estudo de caso. In: **AmÚricas y la acción por el medio ambiente en el milenio**. [S.l.]: ABES, 2000. p. 1–7.

MAGALHÃES, A. d. F. **Avaliação do desempenho de técnicas de bioengenharia na proteção e conservação da cobertura final de taludes em aterros de disposição de resíduos sólidos**

urbanos. Estudo de caso para o Aterro Sanitário de Belo Horizonte, MG. 2005. 169 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais, Saneamento, Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Belo Horizonte, 2005.

MAGALHAES, A. de F. **Avaliação do desempenho de técnicas de bioengenharia na proteção e conservação da cobertura final de taludes em aterros de disposição de resíduos sólidos urbanos: estudo de Caso para o Aterro Sanitário de Belo Horizonte, MG.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos, 2005.

MATOS, F. O. et al. Impactos ambientais decorrentes do aterro sanitário da região metropolitana de belém-pa: aplicação de ferramentas de melhoria ambiental. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 39, 2011.

MENDES, T. et al. Parâmetros de uma pista experimental executada com entulho reciclado. **Reunião Anual de Pavimentação**, v. 35, 2004.

MINERAL, B. D. N. da P.; MARTIN, L.; SUGUIO, K. **Mapa Hidrogeológico de Santa Catarina.** [S.l.]: CPRM, 2014.

MONTEIRO, J. H. P.; ZVEIBIL, V. Z. et al. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. In: **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** [S.l.]: IBAM, 2001.

MONTEIRO, M. A. et al. Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na bacia hidrográfica do rio araranguá. Florianópolis, SC, 2007.

MORALES, G. P. **Avaliação ambiental dos recursos hídricos, solos e sedimentos na área de abrangência do Depósito de Resíduos Sólidos do Aurá.** Tese (Doutorado) — Tese de Doutorado. Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 220p, 2002.

MORAVIA, W. G.; LANGE, L. C.; AMARAL, M. C. S. Avaliação de processo oxidativo avançado pelo reagente de fenton em condições otimizadas no tratamento de lixiviado de aterro sanitário com ênfase em parâmetros coletivos e caracterização do lodo gerado. **Quim. Nova**, v. 34, n. 8, p. 1370–1377, 2011.

MOTTA, L.; FERNANDES, C. Utilização de resíduo sólido da construção civil em pavimentação urbana. **REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO URBANA, 12a. RPU. Cd-rom, 2003.**

MOTTA, R. S. d.; SAYAGO, D. E. Propostas de instrumentos econômicos ambientais para a redução do lixo urbano e o reaproveitamento de sucatas no brasil. **Rio de Janeiro**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 1998.

MUÑOZ, S. I. S. **IMPACTO AMBIENTAL NA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO E INCINERADOR DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE RIBEIRÃO PRETO, SP: Avaliação dos níveis de metais pesados.** Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Saude Publica, Ribeirao Preto, 2002.

NETO, P.; MONTEIRO, T. Política nacional de resíduos sólidos: reflexões a cerca do novo marco regulatório nacional. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais. São Paulo, 15ed, p. 10–19, 2010.**

NIMER, E. et al. Climatologia do brasil. Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria Técnica, Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1979.

NUNESMAIA, M. d. F. d. S. Lixo: soluções alternativas, projeções a partir da experiência uefs. **Editora da Universidade Estadual Feira de Santana, 1997.**

OLIVEIRA, A. S. et al. A coleta e a disposição final dos resíduos sólidos urbanos no município de capim grosso-ba. **V Feira do Semi-Árido, 2007.**

OLIVEIRA, E. G.; MENDES, O. Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da resolução 307 do conama. <http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/GERENCIAMENTO%20DE%20RES%20C3%84DUOS%20DA%20CONSTRU%20C3>, v. 87, p. C3, 2008.

OURO, P. M. de. Prefeitura municipal de ouro. **Disponível em** <http://www.ouro.sc.gov.br>. Acesso julho de 2015, 2015.

PHILIPPI, A. Agenda 21 e resíduos sólidos. **Resid**, v. 99, p. 15–25, 1999.

POLAZ, C.; TEIXEIRA, B. Utilização de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos no município de são carlos, sp. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. [S.l.: s.n.], 2007. v. 24, p. 2007.

POSSAMAI, F. P. et al. Lixões inativos na região carbonífera de santa catarina: análise dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, SciELO Public Health, v. 12, n. 1, p. 171–179, 2007.

PRESA, J. B. **O Arroz no espigão eo milho no banhado: Programa Provárzeas-o desenvolvimento de uma política pública eo cultivo do arroz em municípios da bacia do Rio Araranguá**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em História, Florianópolis, 2011.

RAMOS, N. F. **Metodologia para reabilitação de area degradada por disposico irregular de resÃduos solidos urbanos**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2015.

RODRIGUES, F. L.; CAVINATTO, V. M. **Lixo: de onde vem? para onde vai?** [S.l.]: Editora Moderna, 1997.

RUBEN, F.; KOTTEK, M. Website world maps of the köppen-geiger climate classification updated. **Institute for Veterinary Public Health, University of Veterinary Medicine Vienna**. URL: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>. Acesso Junho de 2015, 2010.

SALVADOR, A. R. F.; MIRANDA, J. d. S. Recuperação de áreas degradadas. **Belo Horizonte: IETEC**, 2007.

SANTOS, A. D. Conflito rural urbano no uso da terra do perímetro urbano de turvo sc. 2009.

SANTOS, R. C. et al. Usinas de compostagem de lixo como alternativa viável à problemática dos lixões no meio urbano. **Enciclopédia Biosfera, Goiânia, GO,[sn]**, v. 2, 2006.

SANTOS, R. F. d. d. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. 184p. **Oficina de Textos, São Paulo, SP, Brasil. ISBN**, v. 355771044, 2004.

SCHALCH, V. e. a. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Tese (Doutorado) — Centro Universitário Anhanguera, Departamento de Hidráulica e Saneamento, São Carlos, 2002.

SIDRA, I. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. **Acesso em**, v. 8, 2010.

SISINNO, C. L.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do morro do céu, niterói, brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, n. 4, p. 515–523, 1996.

STAKE, R. E. **The art of case study research**. [S.l.]: Sage, 1995.

STROPASOLAS, V. L. et al. O mundo rural no horizonte dos jovens: o caso dos filhos (as) de agricultores familiares do ouro/sc. Florianópolis, SC, 2002.

SUZUKI, A. et al. Identifying rodent hantavirus reservoirs, brazil. **Emerging infectious diseases**, NATIONAL CENTER FOR INFECTIOUS DISEASES, v. 10, p. 2127–2134, 2004.

TORRES, H. R. **As organizações dos catadores de material reciclável: inclusão e sustentabilidade: o caso da associação dos catadores de papel, papelão e material reaproveitável, Asmare, em Belo Horizonte, MG**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2008.

TURVO, P. M. de. Prefeitura municipal de turvo. **Disponível em** <http://www.turvo.sc.gov.br>. **Acesso Julho de 2015**, 2015.

WAGNER, K. et al. **Remedial action technology for waste disposal sites**. [S.l.]: Noyes Data, 1986.

ZHAO, B. Y. et al. Tapestry: A resilient global-scale overlay for service deployment. **Selected Areas in Communications, IEEE Journal on**, IEEE, v. 22, n. 1, p. 41–53, 2004.